

Таблица 2 – Средние значения суммарного теплового сопротивления по всем образцам

Температура в климатической камере при испытании	(20 ± 2) °С, (65 ± 5) %	(-1 ± 2) °С	(-9,7 ± 2) °С	(-18 ± 2) °С	(-25 ± 2) °С
Суммарное тепловое сопротивление $R_{\text{сум}}$, м ² ·°С/Вт	0,657	0,354	0,311	0,287	0,255

В ТР ТС 019/2011 значение суммарного теплового сопротивления не менее 0,50 м²·°С/Вт нормировано для испытаний в нормальных условиях. Но исходя из результатов, представленных в таблице 2, очевидно, что имеет смысл ранжирование норм в зависимости от климатического пояса, в котором будет эксплуатироваться защитная одежда. Таким образом, опробованная методика определения суммарного теплового сопротивления, может быть использована на стадии конструкторско-технологической подготовки производства предприятиями, занимающимися производством защитной одежды, изготовителями материалов верха, утеплителя и подкладки. Оценка данного показателя позволит осуществлять рациональную комплектацию и подбор пакетов материалов, а также прогнозировать теплозащитные свойства утепленной одежды при различных условиях ее эксплуатации.

Список использованных источников

1. Колесников, П.А. / Теплозащитные свойства одежды. – Москва : Легкая индустрия, 1965. – 340 с.
2. О безопасности средств индивидуальной защиты : ТР ТС 019/2011 : принят 09.12.2012 : вступ. в силу 01.06.2012 / Евраз. экон. комис. – Минск : Экономэнерго, 2012. – 108 с.
3. ГОСТ 20489-75. Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления. Введ. 1976-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 1986. – 11 с.
4. Шульц, Я.О. Метод определения комплекса теплофизических характеристик материалов для спецодежды / Я.О. Шульц, В.Е. Романов, М.Т. Мынбаев // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности – 1989. – № 5. – С.35-39. – Библиогр.: с.39.
5. Ребрик, В.Е. Определение теплофизических характеристик материалов с учетом влияния влаги / В. Е. Ребрик, М. Н. Иванов, А.М. Шахбазян // Новые методы исследования строения и свойств и оценки качества текстильных материалов. – Минск, 1977. – С. 150-152.
6. Оценка теплозащитных свойств пакетов верха производственной обуви / В.Е. Горбачик [и др.] // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2015 г. – Вып. 28. – С.41-49.
7. Соколова, А. С. Метод оценки теплозащитных свойств материалов одежды и их пакетов / А. С. Соколова, А. А. Кузнецов, Н. Л. Надежная // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2016 г. – Вып. 31. – С. 24-31.
8. Способ определения теплозащитных свойств материалов и пакетов одежды : пат. RU №2527314 / Чижик М.А., Долгова Е.Ю., Иванцова Т.М. – Оpubл. 27.08.2014.

УДК 620.19:677.017:53.09

**РОБАСТНОСТЬ МОДЕЛЕЙ РАЗРЫВА ТКАНЫХ
ПОЛОТЕН**

*Севостьянов П.А., проф., Самойлова Т.А., ст. преп.,
Монахов В.В., асп., Воробьев И.Н., асп.*

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина,
г. Москва, Российская Федерация*

Ключевые слова: моделирование, деформация, тканые полотна.

Реферат. Выполнен анализ робастности модели разрыва ткани к форме законов распределения разрывного удлинения нитей основы. Исследована динамика развития деформации в тканых полотнах. В настоящее время актуальной является задача оценки робастности,

т.е. нечувствительности, устойчивости результатов моделирования, к форме этих законов при фиксированных значениях числовых характеристик и параметров. Результаты испытаний показали, что при исследовании особенностей динамики развития деформации в образцах ткани нет необходимости точно знать закон распределения разрывного удлинения нитей. Однако если желательно спрогнозировать разрывное удлинение образца, исходя из информации о свойствах нитей, необходимо использовать данные не только о числовых значениях параметров нитей, но и их законы распределения.

Моделирование разрыва образцов тканых полотен под действием механических воздействий основано на гипотезе, что этот разрыв представляет собой динамический процесс распространения деформаций и механических напряжений сначала по всему образцу, а затем локализуясь вдоль одной из систем нитей – основы или утка. Локализация деформаций и концентрация напряжений в образце происходят вследствие статистической неоднородности свойств нитей в ослабленных участках. Далее вступает в силу принцип положительной обратной связи: чем более ослабевает изначально слабый участок, тем больше концентрируются на нем напряжения, которые еще сильнее его ослабляют.

Основанные на этой гипотезе математические компьютерные модели динамики разрыва [1-4] для своей числовой реализации нуждаются в информации о механических свойствах нитей полотна и их переплетении. Поэтому актуальной является задача оценки робастности, т.е. нечувствительности, устойчивости результатов моделирования, к форме этих законов при фиксированных значениях числовых характеристик и параметров. В зависимости от результатов решения можно утверждать необходимость или необязательность детального исследования этих законов распределения.

В разработанных моделях для участвующих в них случайных величин использовалось нормальное распределение. Как правило, все эти величины по своему физическому смыслу не могут принимать отрицательных значений. Для соблюдения этого условия среднеквадратические отклонения σ задавались так, чтобы вероятность генерации отрицательных значений генераторами нормально распределенных случайных величин была ничтожно мала: $\sigma < (3 \div 4) m$, где m – математические ожидания. Это соотношение в большинстве случаев отвечает реальному соотношению средних и среднеквадратических значений для разрывной нагрузки и разрывного удлинения нитей основы и утка.

В качестве более удобного критерия при анализе робастности использованы кривые, отображающие изменение числовых характеристик поля удлинений нитей $d(i, j, t)$. Здесь d – удлинение участка i -й нити основы на участке между ее перекрытиями с j -й и $j + 1$ -й нитями утка в момент t удлинения прямоугольного образца ткани вдоль нитей основы. В силу приведенной гипотезы значения d являются случайными величинами, причем по мере нарастания удлинения увеличиваются не только их средние значения, но также и разброс значений. При моделировании динамики удлинения образца ткани до его разрыва для каждого момента времени t вычислялись значения: минимальное $dMin(t)$, максимальное $dMax(t)$, среднее $dMean(t)$, медианное $dMed(t)$, среднеквадратическое отклонение $dS(t)$, коэффициенты асимметрии $dA(t)$ и эксцесса $dE(t)$. На приведенных ниже графиках показаны относительные величины $dMin(t)$, $dMax(t)$, $dMed(t)$, $dS(t)$, отнесенные к среднему: $Dmin(t) = dMin(t) / dMean(t)$; $Dmax(t) = dMax(t) / dMean(t)$; $Dmed(t) = dMed(t) / dMean(t)$; $Cvd(t) = dS(t) / dMean(t)$. Относительные значения позволяют сделать более обобщенные выводы по результатам эксперимента.

Для проверки робастности нормальное распределение $N(md, \sigma d)$, моделирующее значения $d(i, j, 0)$, было заменено: 1) нормальным распределением со среднеквадратическим отклонением, уменьшенным в 10 раз $N10 (md, \sigma d / 10)$ и 2) равномерным распределением $U (ad, bd)$. Диапазон варьирования d в этом распределении $ad < d < bd$ подбирался таким образом, чтобы среднее значение md и среднеквадратическое отклонение σd совпадали с их значениями у нормального распределения

$$\frac{bd + ad}{2} = md; \quad \frac{bd - ad}{2\sqrt{3}} = \sigma d \quad (1)$$

Выбор в качестве альтернативных распределений N_{10} ($md, \sigma d / 10$) и U (ad, bd) позволил ответить на вопрос о роли параметров и формы распределения на результаты моделирования. При прочих равных условиях по сравнению с «базовым» вариантом распределения N для распределения N_{10} длительность удлинения до разрыва увеличивается практически в 2 раза: в «базовом» варианте разрыв наступает после $t = 27$ шагов удлинения, а для N_{10} – после $t = 52$ шагов. Для распределения U при равных средних и среднеквадратических отклонениях длительность удлинения до разрыва возрастает ($t = 39$ шагов до разрыва) в полтора раза по сравнению с «базовым» вариантом.

На рисунках 1-4 показана динамика нарастания $Dmin(t)$, $Dmax(t)$, $Dmed(t)$, $Cvd(t)$ по мере удлинения образца.

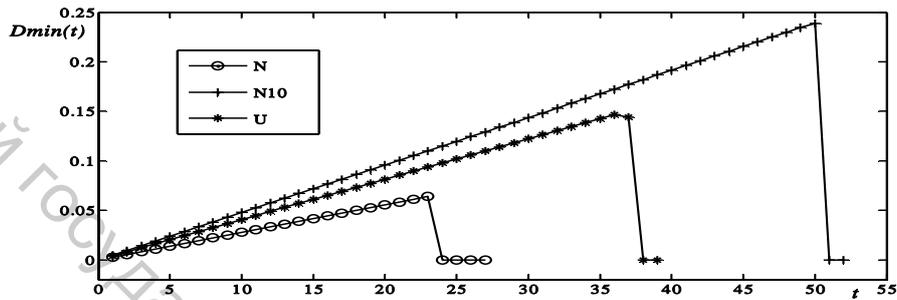


Рисунок 1 – Динамика изменения минимального удлинения $Dmin(t)$

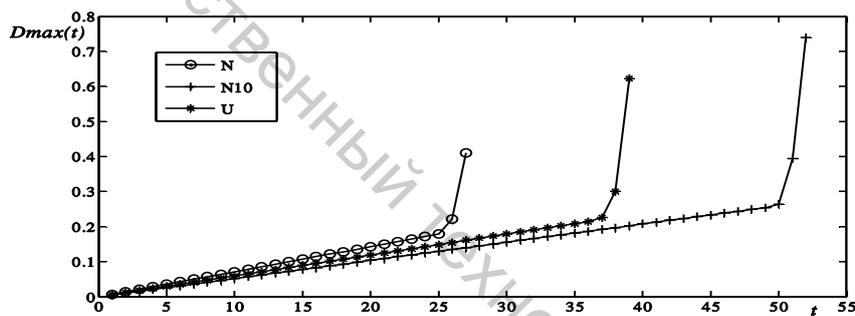


Рисунок 2 – Динамика изменения максимального удлинения $Dmax(t)$

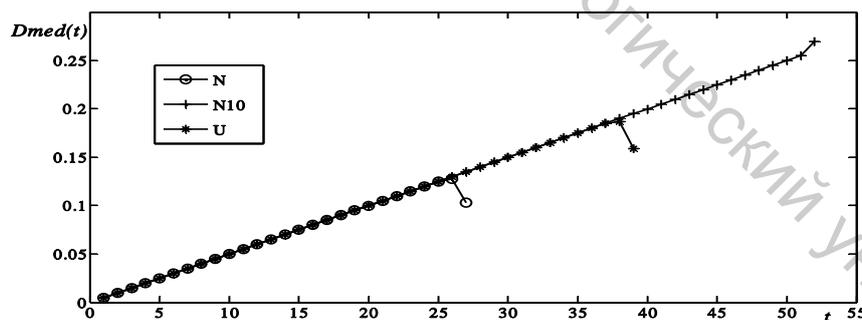


Рисунок 3 – Динамика изменения медианы удлинения $Dmed(t)$

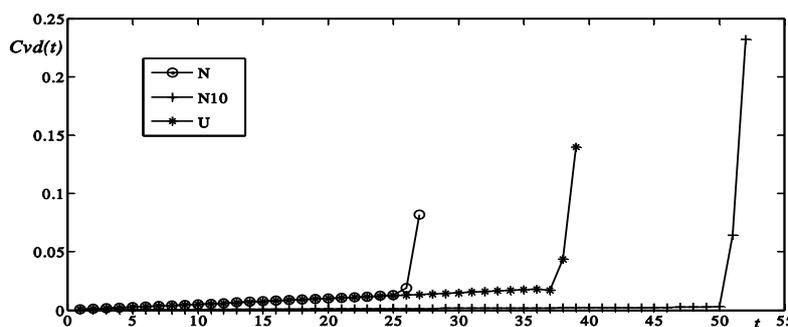


Рисунок 4 – Динамика изменения коэффициента вариации удлинения $Cvd(t)$

Из графиков следует, что все основные числовые характеристики распределения удлинения участков основных нитей изменяются подобным образом независимо от величины разброса разрывного удлинения для каждого участка каждой из нитей и самого закона распределения этого разрывного удлинения. Вместе с тем, изменение закона распределения с нормального закона на равномерное распределение при неизменных числовых характеристиках этих распределений, в соответствии с (1), приводит изменению удлинения всего образца до разрыва.

Следовательно, при исследовании особенностей динамики развития деформации в образцах ткани нет необходимости точно знать закон распределения разрывного удлинения нитей. Однако если желательнее спрогнозировать разрывное удлинение образца, исходя из информации о свойствах нитей, необходимо использовать данные не только о числовых значениях параметров нитей, но и их законы распределения.

Список использованных источников

1. Севостьянов П.А. Компьютерные модели в механике волокнистых материалов. Монография. - М.: Тисо Принт. - 2013. - 254 с. ISBN 978-5-9904852-1-1
2. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В. Некоторые аспекты моделирования задач структурной механики тканых полотен // Материалы докладов 50-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной году науки в двух томах. Том 1 – 2017. – 266 с. – с. 273-275.
3. Севостьянов П.А., Монахов В.В., Самойлова Т.А., Ордов К.В. Имитационная модель износа и старения одномерного материала в нестационарных условиях внешних воздействий // Известия вузов. Технология текстильной промышленности – 2017. - № 1. – с. 223-226.
4. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В. Исследование робастности старения полимерных нитей и волокон методами компьютерной имитации // Известия вузов. Технология текстильной промышленности – 2017. - № 2. – с. 305-308.

УДК 685.343.2

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СТЕЛЕЧНЫХ КАРТОНОВ И ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВКЛАДЫШЕЙ В ОБУВИ СТРОЧЕЧНО-ЛИТЬЕВОГО МЕТОДА КРЕПЛЕНИЯ

Шевцова М.В., доц.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: вкладыш, отходы, стелечные картоны, термопластические материалы для подносков, переработка отходов, плотность.

Реферат. В настоящее время в легкой промышленности особое значение приобретает проблема рационального использования материальных ресурсов, в частности вторичных ресурсов, включающих отходы кожевенных, обувных и кожгалантерейных фабрик. Спецификой указанных выше производств является образование большого (иногда до 40% от массы сырья) количества отходов. Ежегодно на предприятиях легкой промышленности Беларуси образуется тысячи тонн неиспользуемых отходов, в состав которых входит хромовая кожа для верха обуви и подкладки, термопластические материалы, текстильные материалы, натуральный и искусственный мех, картоны, резина, полимерные материалы и другие отходы. Это огромное количество отходов вывозится на полигоны ТБО, а промышленные предприятия при этом несут финансовые затраты на их утилизацию. Кроме того,